

CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS SOBRE FORÇAS INTERMOLECULARES: UM ESTUDO A PARTIR DAS PUBLICAÇÕES DA ÁREA DE ENSINO

Ana Carolina Gomes Miranda

Programa de pós-graduação Educação em Ciências, Universidade Federal de Santa Maria, Brasil.

Departamento de Ensino, Instituto Federal Farroupilha, campus Panambi, Rio Grande do Sul, Brasil.

Ana.miranda@iffarroupilha.edu.br

Mara Elisa Fortes Braibante

Departamento de Química, Universidade Federal de Santa Maria, Brasil.

maraefb@gmail.com

Maurícus Selvero Pazinato

Departamento de Ciências da Natureza, Universidade Federal do Pampa, campus Dom Pedrito, Brasil.

mauriciuspazinato@gmail.com

RESUMO: O objetivo desta pesquisa foi detectar as concepções alternativas mais recorrentes sobre o conteúdo de forças intermoleculares, por meio da análise de artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais da área de Ensino. Serão apresentados os resultados relativos à produção bibliográfica referentes ao período de 1998-2015. Os resultados revelaram que conhecer os equívocos apresentados pelos estudantes constitui o ponto de partida para que professores possam elaborar estratégias que contribuam para a sua evolução conceitual.

PALAVRAS-CHAVE: Forças intermoleculares, concepções alternativas, ensino de Química

OBJETIVO: Identificar as concepções alternativas mais recorrentes sobre forças intermoleculares, por meio da análise de artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais da área do Ensino.

MARCO TEÓRICO

O conceito de forças intermoleculares (FI) é fundamental na Química. Além disso, para compreender fatos e acontecimentos do dia a dia, sob a óptica da ciência, é necessário entender os conceitos relacionados aos átomos e suas formas de interação (Pazinato, 2016). Em específico, as FI fornecem subsídios para a interpretação de vários fenômenos relacionados com as propriedades das substâncias, tais como: solubilidade, densidade, viscosidade e reatividade.

Segundo os documentos oficiais da educação brasileira, o estudante do nível médio deve compreender: as propriedades das substâncias em função das interações entre átomos, moléculas ou íons; os conceitos de temperatura de ebulição e fusão e suas relações com a natureza das substâncias; o conceito de densidade e solubilidade (Brasil, 2006).

Todavía, muitas pesquisas revelam que o ensino do conteúdo de FI no nível básico não tem atendido a essas expectativas. Em termos gerais, alguns resultados apontam: a concepção dos estudantes do nível médio está relacionada à igualdade das FI com as ligações covalentes intramoleculares (Nakhleh, 1992); o estudante não consegue compreender a natureza das FI e como elas realmente atuam num determinado sistema (Schmidt et al., 2009); o ensino é ministrado sem o devido questionamento sobre a natureza das diferentes interações ou se elas possuem uma mesma origem, não apresentando valores de energia de interação para efeito de comparação (Gilbert, 1993).

O alto nível de abstração do tema leva à utilização de diferentes modelos explicativos para a compreensão conceitual das FI existentes, tornando o assunto complexo e com potencial para gerar concepções alternativas aos modelos científicos.

As concepções alternativas, segundo Wandersee et. al (1994, p. 125), são “os produtos da aprendizagem individual dos estudantes, de seu esforço intelectual para dar sentido e organizar uma visão de mundo”. Além disso, caracterizam-se por apresentarem natureza pessoal, estruturada, pouco consistente e resistente a mudanças. De acordo com Taber (2001), no caso específico da Química, a maioria das concepções alternativas não só deriva da experiência cotidiana dos estudantes, mas também da compreensão de conceitos anteriormente aprendidos.

Desde a década de 70, o estudo das concepções alternativas tem estimulado o desenvolvimento de pesquisas sobre a influência que elas exercem no processo de ensino e aprendizagem de conceitos químicos (Driver, 1988). A identificação dessas concepções pode contribuir para que os professores tenham condições de desenvolver atividades diferenciadas em sala de aula, com o intuito de evitá-las e promover a evolução conceitual dos estudantes em direção às ideias da comunidade científica.

Neste contexto, este trabalho apresenta um panorama dos trabalhos publicados na área de ensino sobre as concepções alternativas mais recorrentes do estudo de FI.

METODOLOGIA

A orientação metodológica adotada caracteriza-se como uma pesquisa bibliográfica, pois destina-se a quantificar, identificar, analisar e descrever uma série de padrões sobre a produção do conhecimento científico em relação às concepções alternativas de FI. Neste caso, a partir do levantamento de artigos publicados na área de Ensino, em periódicos nacionais e internacionais, entre 1998 e 2015. Esse período foi delimitado em decorrência da primeira publicação encontrada, contemplando a produção bibliográfica sobre o assunto em 17 anos.

A investigação foi desenvolvida em quatro estágios: 1) Seleção dos periódicos nacionais e internacionais para estudo; 2) Levantamento de artigos que abordam o tema; 3) Triagem a partir da leitura integral dos artigos localizados; 4) Análise dos artigos selecionados.

Primeiramente, foram selecionados periódicos nacionais e internacionais, que constituem as fontes bibliográficas de pesquisadores da área de Ensino. Esses periódicos foram escolhidos por possuírem um número expressivo de publicações científicas em seus acervos, além de serem indexados pelo sistema WebQualis disponibilizado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Os periódicos brasileiros e de outros países podem ser classificados em mais de uma área do conhecimento e possuir estratos diferentes em cada uma. A indexação dos periódicos está dividida em oito estratos, que são: A1, A2, B1, B2, B3, B4, B5 e C, sendo o primeiro citado o de maior impacto e o último o de menor (Brasil, 2014). A relação dos periódicos analisados está descrita na Tabela 1.

Tabela 1.
Relação de periódicos nacionais e internacionais analisados

Periódico	Conceito Qualis
Ciência e Educação	A1
Revista Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências	A2
Pesquisa em Educação em Ciências	A2
Investigações em Ensino de Ciências	A2
Química Nova na Escola	B1
Experiência em Ensino de Ciências	B1
Revista de Ensino de Ciências e Matemática	B1
Alexandria	B1
Química Nova	B2
Internacional	
International Journal of Science Education	A1
Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	A2
Chemistry Education Research and Practice	A2
Enseñanza de las Ciencias	A2
Journal of Chemical Education	A2
Educació Química	B1
Science Education International	B1
Research in Science Education	B1
Education in Chemistry	B1

O levantamento dos artigos para o estudo ocorreu por meio da busca dos termos: concepções alternativas, forças intermoleculares, ligação hidrogênio, interação de Van der Waals, forças de London e forças de dispersão, no título, palavras-chave ou resumo. Além disso, realizou-se a busca destas palavras na língua inglesa e espanhola.

Um considerável número de artigos foi localizado e a partir da leitura integral do texto das pesquisas foram descartados os trabalhos que não abordaram o assunto em questão. Ao final deste estágio, foram selecionadas 17 publicações em revistas nacionais e internacionais. Posteriormente, cada artigo foi lido e examinado para o levantamento das concepções alternativas mais recorrentes na literatura da área.

Os artigos foram analisados e classificados de forma independente por três pesquisadores, conforme os critérios estabelecidos. As classificações individuais foram confrontadas para que, quando ocorressem divergências, fossem discutidas e reavaliadas a fim de um acordo a respeito da classificação.

RESULTADOS

Detectaram-se estudos sobre as concepções alternativas com uma diferença temporal de aproximadamente 17 anos (Wedvik et al., 1998; Cooper et al., 2015), sendo desenvolvidas nos níveis básico e superior. A seguir, são apresentadas as concepções alternativas mais recorrentes sobre as interações intermoleculares:

1. Não há diferenças significativas entre as FI e as ligações químicas (Cooper et al., 2015);
2. As FI são mais fortes que as ligações intramoleculares (Tarhan et al., 2008);
3. Existe ligação hidrogênio em todas as moléculas que possuem hidrogênio e a força dessa interação é medida pela quantidade de hidrogênios que a molécula possui, por exemplo, as interações entre as moléculas do CH_4 são mais intensas do que as do NH_3 (Galagovsky et al., 2009);
4. Há quebra das ligações químicas quando um sólido funde (Smith e Nakhle, 2011; Sendur, 2014);
5. No processo de ebulição, as moléculas de água são quebradas e as bolhas observadas são efeitos dos átomos de oxigênio e hidrogênio (Schmidt et al., 2009);
6. A agitação e aquecimento são requisitos essenciais para o processo de dissolução (Weinhold e Klein, 2014);
7. A FI, por exemplo, no CF_4 é maior que no OF_2 , pois há quatro ligações polares no CF_4 (Wang e Barrow, 2013).

Um dos maiores problemas detectados é a confusão existente entre as FI e as ligações químicas, como observado nas concepções alternativas apresentadas nos itens (1), (4) e (5). Cooper et al. (2015) desenvolveram um estudo para detectar as principais dificuldades sobre esse assunto e, para isso, aplicaram um exercício no qual os estudantes deveriam desenhar e explicar as forças que atuam nas moléculas do etanol (Figura 1).

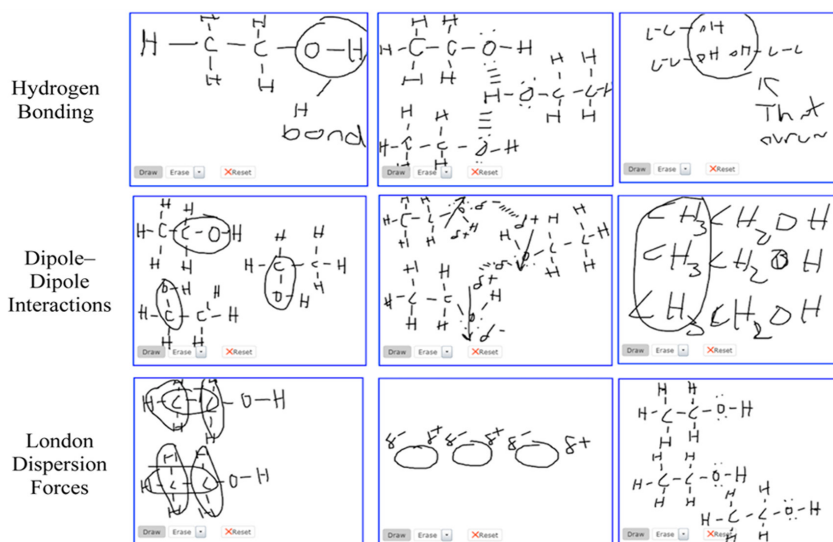


Fig. 1. Resultados do estudo desenvolvido por Cooper et al. (2015).

Segundo os autores, dos 94 estudantes universitários investigados, apenas 14 (15%) identificaram que a ligação hidrogênio ocorre entre moléculas distintas. Desses acadêmicos, apenas 09 (9,6%) descreveram que ela ocorre entre o átomo de hidrogênio de uma molécula e o de oxigênio da outra. Entretanto, 68 estudantes (72%) representaram essa interação por meio da ligação entre os átomos de oxigênio e hidrogênio (O-H) dentro de uma única molécula de etanol. O mesmo ocorreu com as representações das interações dipolo-dipolo e forças de London, evidenciando que a confusão entre as interações intermolecular e as ligações químicas prevalece.

A partir destas pesquisas sugere-se aos professores que durante o desenvolvimento do tópico diferenciem FI de ligações químicas. Neste contexto, é fundamental que os estudantes compreendam que

quando uma interação química entre as espécies é rompida, ocorrem mudanças nas propriedades físicas das substâncias. Entretanto, quando as ligações intramoleculares são rompidas ocorre à formação de novas substâncias, conforme Figura 2 (Chang, 2006).

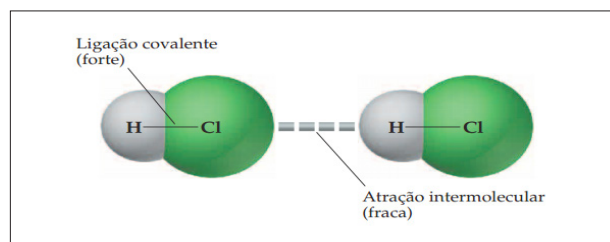


Fig. 2. Ligações intramoleculares x FI, Chang (2006).

Se esta diferenciação não ocorrer e as confusões permanecerem, não haverá compreensão dos conceitos relacionados às transformações físicas da matéria, soluções e reações químicas. Isso é evidenciado nas concepções alternativas apresentadas nos itens (4) e (5), que mostram a ideia de que transformações físicas, tais como a fusão e ebulição, ocorrem pela quebra das ligações.

Nos itens (4), (5), (6) e (7) observam-se generalizações em relação à ligação hidrogênio, o que pode ser consequência da falta de pré-requisitos, tais como carga, força eletrostática e polaridade. Segundo Wang e Barrow (2013), a falta de qualquer pré-requisito pode resultar em equívocos e deficiências no entendimento conceitual. Isso reforça a teoria de que as concepções alternativas fornecem, aos professores de Química, informações sobre como os conceitos estão interligados na estrutura cognitiva do estudante. Desta forma, sugere-se ao professor que planeje suas atividades didático-pedagógicas levando em consideração os pré-requisitos essenciais para a compreensão dos conceitos.

O item (6) revela a dificuldade dos estudantes em relação ao processo de dissolução, os quais desconsideram as interações entre soluto e solvente para explicar esse processo. Smith e Nakhle (2011) relataram que alguns estudantes, ao preverem a dissolução de certos compostos orgânicos em água, não levaram em consideração os grupos funcionais (tais como grupos -OH ou -NH), em vez disso, se preocuparam com elementos específicos, tais como o oxigênio, carbono ou hidrogênio. A respeito das concepções sobre como a agitação e o aquecimento podem afetar o processo de dissolução, os autores detectaram que alguns estudantes consideraram esses procedimentos requisitos essenciais para a dissolução de uma substância em outra e afirmaram que as FI são rompidas pelas colisões entre as partículas do soluto e solvente causada pela agitação e aquecimento, pois o calor é um catalisador para a reação.

Em síntese, as pesquisas revelam que os estudantes: confundem FI com ligações químicas; associam as propriedades físicas da matéria com quebra das ligações intramoleculares; não conseguem estabelecer relações coerentes entre a polaridade da ligação, força eletrostática e intensidade das FI; não relacionam satisfatoriamente o processo de dissolução com as FI. Apesar de muitos autores apontarem as concepções alternativas dos estudantes, há também relatos de propostas de superação dessas concepções.

CONCLUSÕES

Conhecer os equívocos apresentados pelos estudantes constitui o ponto de partida para que professores e pesquisadores da área de Ensino possam elaborar e desenvolver estratégias didático-pedagógicas que contribuam para a evolução conceitual dos estudantes. Em relação às FI, destaca-se a necessidade de diferenciá-las das ligações químicas, bem como investir em abordagens que favoreçam a sua associação com as propriedades das substâncias. Desta forma, é necessário desenvolver novas investigações que,

somadas à literatura existente, auxiliem a esclarecer o percurso para a construção do conhecimento do tópico nos diversos níveis de ensino.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. (2006). Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN+ - Ensino Médio Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias, 245-256.
- (2014). Ministério da Educação, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, Plataforma Sucupira.
- CHANG, R. (2006). *Química Geral – Conceitos Essenciais*. Editora Rabelo, São Paulo.
- COOPER, M. M., WILLIAMS, L. C. UNDERWOOD, S. M. (2015). Student Understanding of Intermolecular Forces: A Multimodal Study. *Journal of Chemical Education*, 92(4), 1288-1298.
- DRIVER, R. (1988): Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 109-120.
- GALAGOVSKY, L., BEKERMANN, D. (2009). La Química y sus lenguajes: un aporte para interpretar errores de los estudiantes. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(3), 952-975.
- GILBERT, J. (1993). Models & Modelling in science education. Hatfield. *The Association for Science Education*, 11, 1-13.
- MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? In: *Inves-tigações em Ensino de Ciências*, v. 1, n.1, 1996.
- NAKHLEH, M. B. (1992). Why some students don't learn Chemistry? - Chemical Misconceptions. *Journal of Chemical Education*, 69(3), 191-196.
- PAZINATO, M. S. (2016). Ligações Químicas: Investigação da construção do conhecimento no ensino médio. Tese. Santa Maria, UFSM.
- SCHMIDT, H. J., KAUFMANN, B., TREAGUST, D. F. (2009). Students' understanding of boiling points and intermolecular forces. *Chemistry Education Research and Practice*, 10, 265-272.
- SMITH, K. C., NAKHLE, M. B. (2011). University students' conceptions of bonding in melting and dissolving phenomena. *Chemistry Education Research and Practice*, 12 (2), 398-408.
- TABER, K. S. Chemistry lessons for universities?: a review of constructivist ideas. *University Chemistry Education*, v. 4, n. 2, pp. 63-72, 2000.
- TARHAN, L., AYAR-KAYALI, H., UREK, R. O., ACAR, B. (2008). Problem-Based Learning in 9th Grade Chemistry Class: 'Intermolecular Forces', *Research in Science Education*, 01-16.
- WANDERSEE, J.; MINTZES, J.; NOVAK. (1998). Research on alternative conceptions in science. Mac-Millan.
- WANG C., BARROW, L. H. (2013). Exploring conceptual frameworks of models of atomic structures and periodic variations. *Chemistry Education Research and Practice*, 14, 130-146.
- WEINHOLD, F., KLEIN, R. A. (2014). What is a hydrogen bond? Resonance covalency in the supramolecular domain. *Chemistry Education Research and Practice*, 15, 276-285.
- WEDVIK, J. C., McMANAMAN, C., ANDERSON, J. S., CARROLL, M. K. (1998). Intermolecular Forces in Introductory. *Journal of Chemical Education*, 75(7), 885-888.